

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

**Кафедра энергоресурсосберегающих процессов
в химической и нефтегазовой технологиях**

**Составитель
Е. Ю. Старикова**

КИСЛОТОСТОЙКОСТЬ СПЛАВОВ

**Методические указания к лабораторной работе № 18
по дисциплинам «Защита металлов от коррозии»
«Конструкционные материалы в химической технологии»**

**Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе**

Кемерово 2019

Рецензент

Михайлов Г. С. – доцент кафедры энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях.

Старикова Елена Юрьевна.

Кислотостойкость сплавов: методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] для студентов направлений подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и 18.03.01 Химическая технология всех форм обучения / сост.: Е. Ю. Старикова; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2019. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 4 Гб; Windows 7.

Составлены с целью оказания методической помощи при выполнении лабораторной работы по дисциплинам «Конструкционные материалы в химической технологии», «Защита металлов от коррозии». Содержат теоретические положения, методику выполнения работы и контрольные вопросы. Приведен список литературы.

© КузГТУ, 2019

© Старикова Е. Ю.,
составление, 2019

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – определение скорости коррозии углеродистой стали и стали, легированной хромом и никелем, в серной кислоте.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

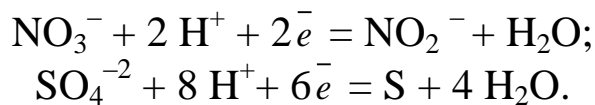
В кислотах, не обладающих окислительными свойствами, в частности, таких, как соляная кислота, неконцентрированная серная, фосфорная кислота, уксусная и т. п., коррозионный процесс протекает с образованием растворимых продуктов коррозии, не защищающих металл от дальнейшего разрушения. Коррозия стали в этих условиях протекает чрезвычайно интенсивно, причем с повышением концентрации кислоты коррозионный процесс ускоряется.

Скорость коррозии железоуглеродистых сплавов в кислотах, обладающих окислительными свойствами, зависит от их концентрации. При концентрации раствора 13 н. для азотной кислоты и 17 н. для серной растворение практически прекращается. В соляной кислоте этот процесс идет по-иному. С ростом концентрации кислоты скорость растворения возрастает непрерывно.

Коррозия металлов в кислотах с неокисляющим анионом протекает преимущественно с водородной деполяризацией. Основным катодным процессом при этом является процесс восстановления ионов водорода



При коррозии в окисляющих кислотах в катодном процессе может участвовать ион водорода по реакции (1) и анион кислоты, например, по реакциям



Торможение коррозионного процесса при увеличении концентрации окисляющих кислот объясняется наступлением пассивного состояния стали. Под пассивностью понимают уменьшение скорости коррозии, вызванное торможением анодного процесса. Характерное проявление пассивного состояния выражается в смещении электродного потенциала металла в положительную сторону. Так, железо, потенциал которого в активном состоянии $0,4 \div 0,5$ В, в пассивном состоянии имеет потенциал до +1 В.

Один из наиболее эффективных способов повышения коррозионной стойкости металлов в кислотах – кислотостойкое легирование. Коррозионную стойкость сплавов в окисляющих кислотах можно повысить, вводя легко пассивирующиеся металлы, например хром. Коррозионная стойкость хромистых сталей в значительной степени объясняется созданием на поверхности защитного слоя, возникающего в результате пассивации сплава. Свойство пассивироваться у этих сталей обусловлено хромом. Небольшие количества хрома не оказывают существенного влияния на коррозионную стойкость железохромистых сплавов. Минимальное содержание хрома в хромистых сталях, применяемых в химической промышленности, составляет $12 \div 14 \%$ при содержании углерода $0,1 \div 0,2 \%$.

Добавка никеля в систему Fe-Cr вносит значительные изменения в структуру сплава и влияет на его физико-механические и коррозионные свойства. Коррозионная стойкость хромоникелевых сталей (как и хромистых) обусловлена в основном образованием на поверхности сплава защитной пассивной пленки, однако, хромоникелевые стали обладают несколько более высокой коррозионной стойкостью. Объясняется это наличием в сплаве никеля, который способствует образованию мелкозернистой однофазной структуры и повышает стойкость стали в разбавленных растворах серной кислоты, а также в ряде водных растворов солей. Кроме того, такие стали обладают высокими механическими и технологическими свойствами, т. к. никель повышает пластичность стали.

Но наряду с вышеперечисленным хромоникелевые стали подвержены межкристаллитной коррозии. Для борьбы с этим явлением применяют стали с пониженным содержанием углерода (не выше $0,06 \%$) и введением стабилизатора (Ti, Nb) в количествах, в 5 раз превышающих содержание углерода в сплаве.

МЕТОДИКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Определяют зависимость скорости коррозии стальных образцов от концентрации серной кислоты. Исследуют коррозионную стойкость легированной стали. Определение скорости коррозии проводится двумя методами: весовым (гравиметрическим) и объемным (волюметрическим).

Испытанию подвергают 3 образца углеродистой стали (Ст 3) в растворах серной кислоты различной концентрации – 40, 60 и 80 % и

один образец нержавеющей стали марки Х18Н9Т в 40 %-ном растворе серной кислоты. Длительность испытаний – 1 час.

Образцы для испытаний подготавливают следующим образом: зачищают сначала крупной, затем мелкой наждачной бумагой, промывают, подсушивают, штангенциркулем измеряют размеры образцов. Затем обезжиривают ацетоном и высушивают на воздухе. После этого взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Коррозионные испытания проводят на лабораторной установке, схема которой представлена на рисунке. Подготовленные образцы 1 помещают на подставки 2, прикрывают их воронками 3 коррозиметров. Последовательно наливают в стаканы 4 по 500 мл серной кислоты 40, 60 и 80 %-ной концентрации. Образец из нержавеющей стали заливают 40 %-ной серной кислотой.

После того, как в первый стакан налит раствор кислоты, с помощью аспиратора 5 затягивают ее в бюретку 6 до верхнего деления и хорошо закрывают кран 7, отмечая время начала опыта. Таким же образом поступают и с остальными образцами. Количество выделившегося водорода отмечают через каждые 5 минут.

После часового испытания кислота из бюреток спускается в стаканы, пинцетом вынимаются образцы, тщательно промываются водой, просушиваются в сушильном шкафу и взвешиваются на аналитических весах.

Результаты испытаний записываются в табл. 1.

Таблица 1

№ образца	Размеры образца, мм	Начальный вес образца $m_{\text{нач}}$, г	Объем выделившегося водорода V , см ³ , через интервалы времени, мин	Приведенный объем выделившегося водорода $V_{\text{пр}}$, см ³ /см ² , через интервалы времени, мин	Конечный вес образца $m_{\text{кон}}$, г
			5 10 20 ...60	5 10 15 20 ...60	

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассчитывают следующие показатели скорости коррозии:

1) Объемный $K_{об} = \frac{V}{S\tau}$, $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$, где V – количество водорода, выделившегося за время опыта, см^3 ; S – поверхность образца, см^2 ; τ – время испытаний, ч.

2) Весовой $K_{вес} = \frac{m_{нач} - m_{кон}}{S\tau}$, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$,

где $m_{нач}$ – начальный вес образца, г; $m_{кон}$ – конечный вес образца, г; S – поверхность образца, м^2 .

3) Глубинный $K_{П} = \frac{K_{вес} \cdot 24 \cdot 365}{1000\rho}$, $\text{мм}/\text{год}$,

где ρ – плотность металла, $\text{г}/\text{см}^3$.

Результаты расчетов сводятся в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Концентрация кислоты, C , %	$K_{об}$, $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$	$K_{вес}$, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$,	$K_{П}$, $\text{мм}/\text{год}$

По результатам испытаний строятся следующие графики:

– «коррозия – время», показывающий зависимость приведенного объема водорода $V_{пр}$, $\text{см}^3/\text{см}^2$, от времени τ , мин, для различных концентраций кислоты;

– «коррозия – концентрация», показывающий зависимость весового показателя скорости коррозии углеродистой стали $K_{вес}$, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, от концентрации кислоты C , %; результаты испытания легированной стали даются в виде одной точки на графике.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ

1. Выполнять данную лабораторную работу необходимо в халате. Нельзя класть личные вещи, методическую литературу на лабораторный стол.

2. По окончании опыта кислоту осторожно перелить в емкость для ее хранения.

3. При переливании раствора серной кислоты из сосуда в сосуд необходимо пользоваться воронками. Воронки, подставки, химические стаканы по окончании работы необходимо тщательно промыть под струей воды.

4. Жидкость, пролитую на стол или пол, немедленно удалить сухой тряпкой, а затем тряпкой, смоченной в воде, защитив руки резиновыми перчатками.

5. При попадании кислоты на руки ее необходимо немедленно смыть большим количеством проточной воды.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет оформляется на листах бумаги формата А4 (297×210 мм) и должен содержать:

- титульный лист установленного образца;
- цель работы;
- кратко изложенные теоретические положения;
- принципиальную схему лабораторной установки;
- порядок выполнения работы;
- две таблицы измеренных и рассчитанных величин;
- два графика;
- анализ результатов и выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется пассивностью металлов?
2. Что называется легированием металлов?
3. Что такое объемный, весовой и глубинный показатель скорости коррозии? Каковы их размерности?
4. Записать уравнение катодной деполяризационной реакции, протекающей в кислой среде.

5. При какой концентрации азотной и серной кислот наблюдается пассивация сталей?
6. Чем объясняется коррозионная стойкость хромистых сталей?
7. Какое значение может принимать потенциал железа при наступлении пассивного состояния? Каково значение стандартного потенциала железа?
8. Каково минимальное содержание хрома в хромистых сталях, используемых в агрессивных средах в химической промышленности?
9. Как влияет на структуру стали добавка никеля?
10. Какие добавки вводят в легированные стали для уменьшения их склонности к межкристаллитной коррозии?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2006. – 376 с.
2. Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н. П. Жук. – Москва: Металлургия, 2006. – 472 с.
3. Томашов, Н. Д. Лабораторные работы по коррозии и защите металлов. / Н. Д. Томашов, Н. П. Жук, В. А. Титов. – Москва: Металлургия, 1971. – 280 с.

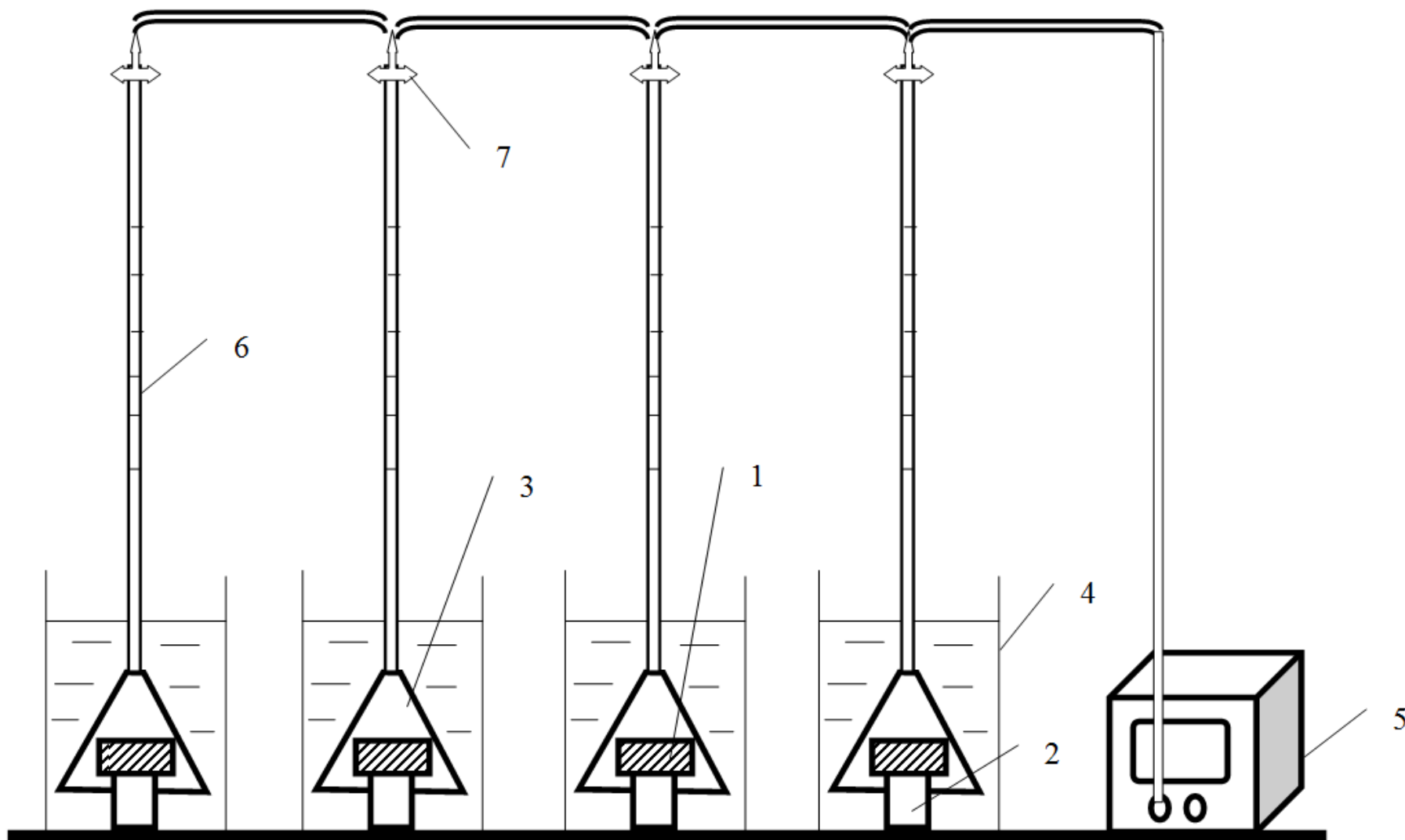


Схема установки для определения скорости коррозии образцов по объему выделившегося водорода:
1– образцы; 2 – подставки; 3 – воронки; 4 – стаканы; 5 – аспиратор; 6 – бюретки; 7 – трехходовые краны